

экономические преимущества и обеспечить ресурсоэффективность за счет отказа от нефтяного топлива [4]:

- снижение капиталовложений по сравнению со строительством магистрального газопровода;
- финансовая экономия при переводе на газообразное топливо котельных, работающих на мазуте и дизельном топливе;
- значительное сокращение сроков строительства сооружений: монтаж системы автономного газоснабжения индивидуального дома занимает 4–5 дней, жилого комплекса – 3–4 недели, промышленного объекта – 2–3 месяца.

#### Список использованных источников

1. Рачевский Б. С., Раневский С. М., Радчик И. И. Транспорт и хранение сжиженных газов. М. : Недра, 1974. 256 с.
2. Кряжев Б. Г., Маевский М. А. Техника безопасности при использовании сжиженных газов. М. : Недра, 1976. 277 с.
3. Багдасаров В. А. Техника безопасности и организации работ в городском газовом хозяйстве. Л. : Недра, 1979. 360 с.
4. Кочева М. А., Антонов А. С. Автономное газоснабжение жилого комплекса // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 6-1. С. 47-50. URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=35976> (дата обращения 28.11.2016).

УДК 691.32

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИРПИЧНОГО БОЯ В КАЧЕСТВЕ ЗАМЕНЫ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ

## USING GROUND BRICK AS A REPLACEMENT OF NATURAL RAW MATERIALS

Баженова Н. М., Модина М. С., Доманская И. К.  
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, 9126335773@mail.ru,  
i.k.domanskaya@urfu.ru

Bazhenova N. M., Modina M. S., Domanskaya I. K.  
Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** На сегодняшний день одной из важнейших задач является сохранение минеральных ресурсов. Поэтому в данной работе рассмотрены вопросы применения молотого боя из керамического кирпича в качестве замены заполнителя и цемента. Исследовано влияние содержания исходного сырья и добавок на прочностные характеристики получаемых образцов.

**Abstract:** To date, one of the major problems is to preserve mineral resources. Therefore, in this paper we consider the question of application of ground ceramic bricks as a substitute for aggregate and cement. Also influence the content of raw material and additives on the strength characteristics of the obtained samples are examined.

**Ключевые слова:** кирпичный бой; цементное вяжущие; минеральные ресурсы; техногенный отходы; прочностные характеристики материала.

**Key words:** ground bricks; cement binders; industrial waste; mineral resources; strength characteristics of material.

С каждым годом в крупных городах увеличиваются темпы строительства, что влечет за собой снос старых зданий и сооружений. Ежегодно в России образуется 15-17 млн тонн строительных отходов, которые имеют 4-й класс опасности. Отходы, образовавшиеся на строительных площадках, вывозятся на специально оборудованные полигоны и свалки твердых бытовых отходов с соблюдением правил безопасности, согласно действующему законодательству. При этом значительно увеличиваются объемы свалок, а отсутствие массового способа утилизации данного вида отходов ведет к безвозвратным потерям минеральных ресурсов. Поэтому стоит задуматься о вторичном использовании строительного мусора [1].

Целью нашей работы являлась оценка возможности использования вышедшей из употребления кладки керамического кирпича в качестве компонента в строительных композитах.

В качестве основного сырья использовали портландцемент М400, который был испытан в соответствии с требованиями ГОСТ 10178–85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия [2].

Также был использован бой кирпичной кладки. На стадии подготовки бой кирпича измельчался в щековой дробилке и затем путем сухого помола в шаровой мельнице. После этого был произведен рассев на лабораторных ситах и фракции менее 0,16 мм и 0,63-1,25 мм были взяты для дальнейших испытаний (табл. 1). Фракция менее 0,16 мм была использована в качестве наполнителя (табл. 2), а фракция 0,63-1,25 мм в качестве заполнителя. Далее с данными сырьевыми компонентами были замешены бетоны разных составов:

Чтобы определить оптимальный процент добавки взяли три точки процентного соотношения той и другой фракции боя кирпичной кладки и цемента. Наполнитель (фракция менее 0,16 мм) брался в количестве 10, 20, и 30 % от сухой составляющей смеси. Заполнитель (фракция 0,63-1,25 мм) взяли в следующих соотношениях с цементом 2:1, 3:1 и 4:1.

Таблица 1

**Составы и прочностные показатели растворов  
с использованием фракции 0,63-1,25 мм**

№ состава	Цемент, г	Вода, г	Кирпичный бой, г	Гранитный отсев, г	Прочностные показатели в возрасте 7 суток			
					1-й кубик, МПа	2-й кубик, МПа	3-й кубик, МПа	Среднее значение, МПа
1	40	25	80	-	251	305,75	267,2 5	274,66
2	30	24	90	-	182,5	120,45	144,9 5	149,16
3	30	28	120	-	92,5	167,77	107,7 7	122,58
4	40	19	-	80	252	224,47	174,2 7	216,91
5	30	18	-	90	65,65	102,62 5	92,52	86,93
6	24	15	-	96	65,5	49,42	38,25	51,05

Таблица 2

**Составы и прочностные показатели растворов  
с использованием фракции менее 0,16 мм**

№ состава	Цемент, г	Вода, г	Кирпичный бой, г	Гранитный отсев, г	Прочностные показатели в возрасте 7 суток			
					1-й кубик, МПа	2-й кубик, МПа	3-й кубик, МПа	Среднее значение, МПа
0	120	43	-	-	312	521,75	358	397,25
1	90	31	10	-	456	508,5	401	455,17
2	80	30	20	-	331	334,75	308,2 5	324,665
3	70	33	30	-	328,5	221,75	369,5	306,58
4	90	25	-	10	414,2 5	196,22 5	455,5	355,325
5	80	25	-	20	271,5	365,5	343,5	326,83
6	70	27	-	30	475	365,5	371,7 5	404,083

В качестве контрольных заполнителя и наполнителя был взят гранитный отсев, соответствующих фракций в соответствующих процентных соотношениях. Сырьевую смесь затворяли водой до образования пластичной массы, из которой формовались образцы – кубики с ребром 20 мм. Образцы выдерживались при комнатной температуре. Для оценки прочностных

показателей производились испытания на сжатия образцов в возрасте 7 суток. Результаты приведены на рис. 1-2.

Образцы с использованием боя кирпичной кладки показали лучшие результаты, чем образцы с соответствующим содержанием гранитного отсева той же фракции. Возможно, этому поспособствовало большее количество химически связанной воды в кирпичном бое, что приводит к образованию большего количества гидросиликатов кальция.

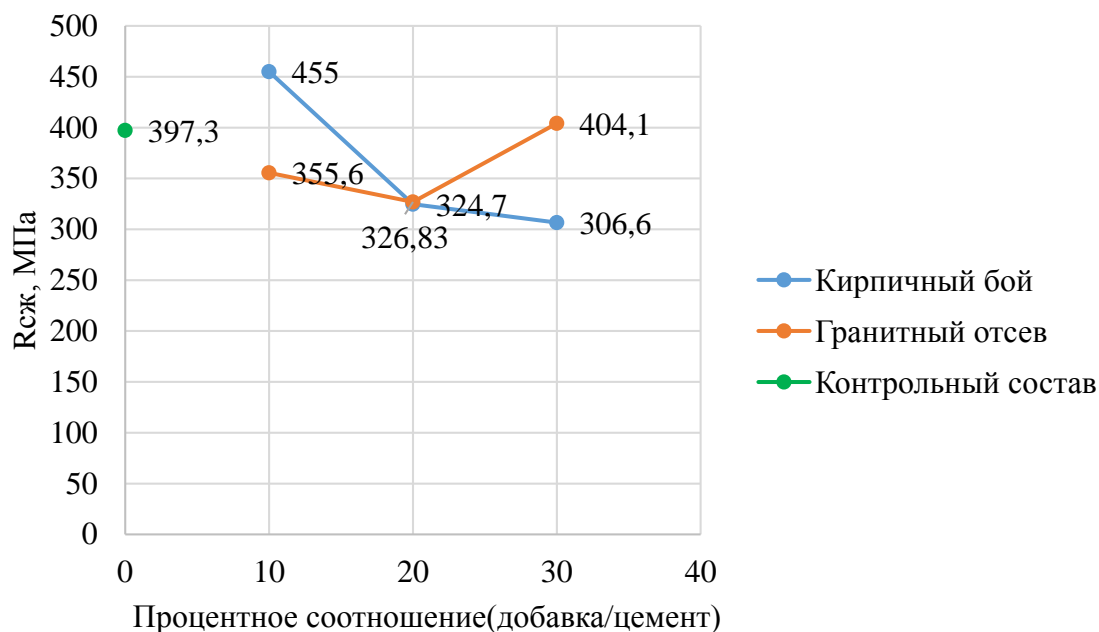


Рис. 1. Влияние концентрации наполнителя на прочность цементного камня

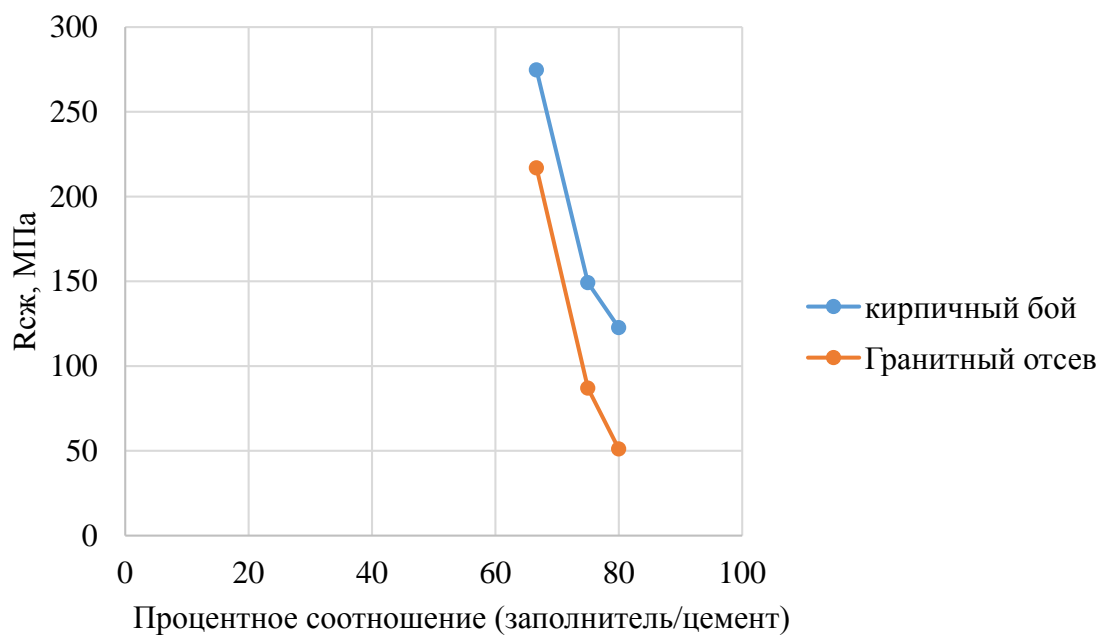


Рис. 2. Влияние концентрации заполнителя на прочность цементного раствора

Полученные данные носят предварительный характер, но уже можно сделать вывод, что использование боя кирпичной кладки в создании новых строительных композитов возможно. Кроме того, создание сырьевых композиций с применением отходов в качестве добавки является одним из путей снижения стоимости получаемых изделий и предотвращения их размещения на объектах складирования, что принципиально для обеспечения рационального использования и экономии сырьевых ресурсов.

#### Список использованных источников

1. Анализ и перспектива развития нормативно-технического обеспечения в области энергетической эффективности / Т. В. Иванов, Ю. А. Табунщиков, А. Л. Наумов, А. К. Джанчарадзе. СПб. : Питер, 2013. 176 с.
2. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия. Введ. 1987-01-01. М.: Стандартиформ, 2008. 8 с.

УДК 666.762

### **ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТЫХ ОГНЕУПОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОКСИТОВ ГАЙАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

### **PRODUCTION OF HIGH-ALUMINA REFRACTORIES USING BAUXITE DEPOSIT GUYANA**

Баяндина М. А.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, bmasha07@mail.ru

Bayandina M. A.

Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** В работе изложена ресурсо- и энергосберегающая технология высокоглиноземистых огнеупоров на основе бокситов Гайанского месторождения. Показано, что использование боксита Гайанского месторождения в производстве высокоглиноземистых огнеупоров позволит получить не только качественные огнеупоры, соответствующие ГОСТ 24701–81, но и сберечь около 650 кг технического глинозема и исключить из технологии энергоемкую операцию – тонкий помол технического глинозема. Экономия электроэнергии при этом составит 39 кВт·ч/т.

**Abstract:** The paper set out resource- and energy-saving technology of high-alumina refractory products based on bauxite deposits Guyana. It is shown that the use of bauxite deposits in Guyana production of high-alumina refractories will provide not only high-quality refractory products, corresponding to GOST 24701-81, but also save